

PANORÁMICA GENERAL Y RETOS DE INGENIERÍA EN LA INDUSTRIA DEL BIODIESEL

J. OSPINA JIMÉNEZ

Ingeniero Químico, Universidad Industrial de Santander
Jede de Planta, Biodiesel de Santander Ltda.
javierospinaj@gmail.com

Fecha Recepción: 7 de Marzo de 2008

Fecha Aceptación: 22 de Abril de 2008

RESUMEN

El presente trabajo explora y analiza la situación actual del biodiesel en Colombia, desde el punto de vista económico: el comportamiento de los precios a partir del presente año tanto del biodiesel como del aceite crudo de palma, el establecimiento del marco legal colombiano y los aspectos medio ambientales tales como la contaminación atmosférica y su contribución al efecto de invernadero. Finalmente trata sobre los retos de ingeniería desconocidos por muchos en el sector productivo como su estabilidad durante el almacenamiento (acidificación e hidrólisis), y su biodegradabilidad, causada por microorganismos tales como las pseudomonas. Se concluye que existe una falencia en cuanto a la definición del precio del biodiesel en Colombia y que existen diferentes problemas de ingeniería que deben ser investigados a fondo para evitar inconvenientes durante la producción y el almacenamiento del biocombustible.

Palabras claves: *Biodiesel de palma, precios, biodegradabilidad, oxidación*

ABSTRACT

This work explores and analyzes the current situation of biodiesel in Colombia, from an economical point of view, the behavior of biodiesel and crude palm oil prices since the beginning of the current year, the foundation of a legal state by the Colombian government and environmental items like the atmospheric pollution and its contribution on the Greenhouse effect. Finally treats about unknown engineering problems in the productive area like its storage stability (acidification and hydrolysis) and its biodegradability caused by microorganisms like pseudomonas. It concludes that there is a problem related to the biodiesel price definition because of its dependence with the international crude palm oil price (CIF, Rotterdam) and that exist several engineering problems that must be studied deeply to avoid problems during the production and storage of this biofuel.

Keywords: *palm biodiesel, biodiesel prices, biodegradability, oxidation.*

INTRODUCCIÓN

El mundo entero se encuentra viviendo la gran crisis del petróleo que para muchos se creía demoraría más de treinta años: el precio del barril sobrepasó la barrera de los \$100 dólares por un tiempo prolongado debido a que se conoció que las reservas mundiales son mucho menores a las previstas.

Colombia es uno de los países latinoamericanos que ha tomado en serio la iniciativa de producción de biocombustibles. Actualmente ya hay tres plantas en funcionamiento y más de 6 proyectos en ejecución incluida la planta ECODIESEL S.A., que estará ubicada en el complejo industrial de Ecopetrol, en Barrancabermeja. Todas las empresas tienen previsto trabajar con aceite crudo de palma y buscan ubicarse en zonas francas, lo que trae consigo la exención de impuestos arancelarios para la importación de maquinaria y equipos.

Mientras en Colombia se inicia el boom de los biocombustibles, en Europa existe una gran discusión generada en torno a los efectos medioambientales y sociales que puede traer consigo el uso desmesurado de biocombustibles.

Por estas y otras razones, es de vital importancia conocer la situación o panorámica actual de los biocombustibles en el país, pues ésta industria comienza a ser sin duda una de los campos laborales más importantes del ingeniero químico.

ASPECTOS ECONÓMICOS, LEGALES Y MEDIOAMBIENTALES

Colombia actualmente cuenta con todo un marco legal, el cual fue expedido por MINMINAS y entró en rigor a partir del 27 de diciembre del año 2007. Se compone de un conjunto de resoluciones para producir, distribuir y exportar biocombustibles; establece una fórmula para la definición de precios de venta y exige a los productores toda una infraestructura de producción que se debe cumplir para garantizar la calidad del producto.

De acuerdo con la demanda actual de combustible a nivel mundial, se requerirían tres planetas tierra sembrados exclusivamente para producir biocombustibles y así reemplazar por completo los combustibles fósiles. Por eso a los biocombustibles

se les debe considerar sólo como aditivos de los combustibles convencionales (A.C.P.M. y gasolina) y no como la solución al problema energético actual.

Existen puntos clave que aún se encuentran en discusión por grandes organizaciones internacionales tales como sus efectos sobre el medio ambiente y la competencia de materias primas con el sector alimenticio.

Se piensa que el uso de éstos contribuye con la disminución de la contaminación y en especial del calentamiento global. Si bien es cierto, el uso de biodiesel en motores diesel reduce notablemente la emisión de humo y material particulado a la atmósfera, estudios recientes han mostrado mediante el análisis del Ciclo de Vida (análisis desde la siembra hasta la conversión del aceite a combustible), que el ciclo cerrado del CO₂ (gas de invernadero), o producción exclusiva de CO₂ fotosintético, es solo un punto de referencia idealista [4]. Por ello se ha creado un gran debate en la Unión Europea sobre su uso. Además, países como Holanda han generado marcos legales estratégicos para disminuir el uso de biocombustibles que procedan de cultivos que afecten la biodiversidad o de materias primas empleadas como alimento para el ser humano. Tal es el caso del aceite crudo de palma (materia prima masivamente promovida en Colombia), cuyo precio actual por galón incluido en la fórmula definida por MINMINAS para el biodiesel, hace que se genere muy poca o ninguna rentabilidad para los pequeños productores de biodiesel. La situación termina entonces por convertirse en un problema para quienes no abarcan el ciclo completo (cultivo de oleaginosas, extracción de aceite y producción de biodiesel) o un problema de economía de escalas (Figura 1).

Los precios definidos para el biodiesel son valores que superan considerablemente el precio del A.C.P.M. Esto se debe a que el precio del aceite de palma (commodity) se define como el precio CIF Rotterdam y es un valor que ha venido aumentando conjuntamente con el precio del petróleo.

El maíz, la soya, el aceite de palma han mostrado tendencias al alza durante los últimos años desde el uso de los biocombustibles, lo que dificulta la accesibilidad de dichos alimentos a las personas menos favorecidas, ocasionando de esta manera más pobreza.

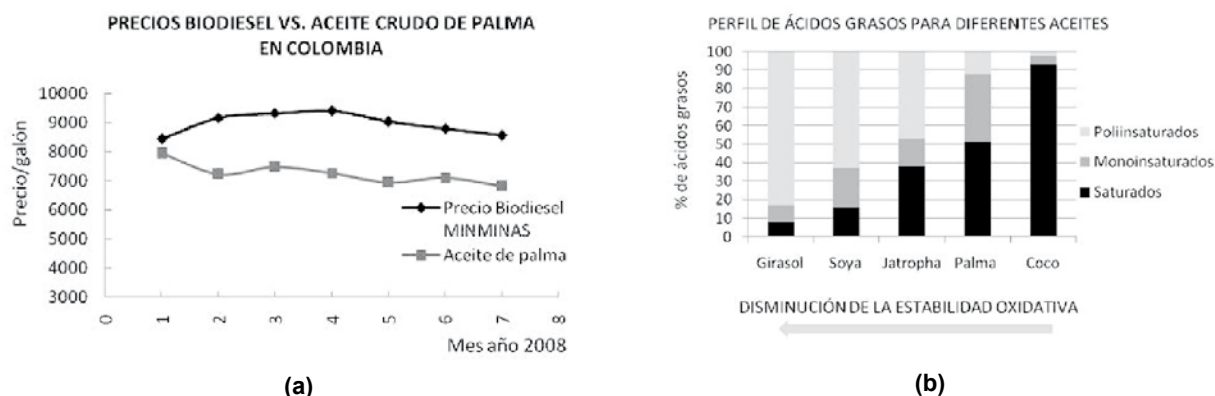


Figura 1. (a.) Variación del precio de venta del biodiesel y del aceite crudo de palma (incluido un 6% de bonificaciones para las plantas extractoras por ejecución de pruebas). **(b.)** Perfil de ácidos grasos para diferentes aceites

(b.) Precio del biodiesel definido por MINMINAS vs. el precio de costo calculado, considerando el precio del aceite de palma como un 80 % del precio de costo del biodiesel

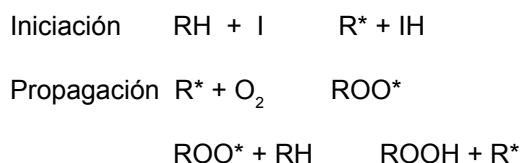
ASPECTOS TÉCNICOS

El biodiesel es una mezcla de alquil ésteres de ácidos grasos de cadena larga, cuya composición varía según el tipo de lípidos empleados como materia prima para la transesterificación. Esto afecta directamente ciertas propiedades del biocombustible tales como el punto de nube y la velocidad de oxidación durante el almacenamiento.

El punto de nube es la temperatura de inicio de formación de cristales sólidos (monoglicéridos, diglicéridos y ésteres saturados) que conllevan al taponamiento del sistema de inyección en los motores (punto de fluidez).

Por otra parte, la oxidación del biodiesel depende del contenido de ácidos grasos insaturados presentes en la fuente lipídica (a mayor cantidad de insaturaciones, más rápida y mayor será la oxidación del combustible) y de las condiciones de temperatura, humedad y concentración de oxígeno a las que se encuentra expuesto el producto.

La formación de peróxidos genera una reacción en cadena que conlleva a la acidificación mediante el mecanismo general:



Terminación $\text{R}^* + \text{R}^*$ $\text{R}-\text{R}$

Colombia ha optado por trabajar con aceite crudo de palma. Esta materia prima no es la mejor opción si se consideran aspectos de calidad. El biodiesel de palma presenta cristalización a 16 °C si se almacena puro (B100). Para ello se han establecido tecnologías tales como la winterización (enfriamiento controlado) con el fin de precipitar el contenido esteárico y separarlo del producto, lo que trae consigo la pérdida de material (una solución poco conveniente).

El plan del gobierno es empezar con una mezcla B5 (5% biodiesel, 95 % A.C.P.M) a nivel nacional hasta llegar al B20 para el año 2012. El punto de nube para una mezcla B5 disminuye de 16 a 5 °C aproximadamente. Pero a partir del B20, esta propiedad ya es crítica para el funcionamiento adecuado del motor. Gerpen (1996) analiza la formación de material pastoso el cual taponó por completo el filtro del combustible de un motor de bus que usaba B20.

Para el almacenamiento adecuado de biodiesel, es necesario emplear un sistema de temperatura controlada (entre 25 y 35 °C) y una atmósfera inerte (nitrógeno), de manera que se pueda evitar tanto la precipitación de estearina como la oxidación del producto. (Lo primero principalmente para el biodiesel de aceite de palma y lo segundo para biodiesel proveniente de aceites con alto contenido de triglicéridos con ácidos grasos insaturados como por ejemplo el de girasol y soya). (Figura 2)

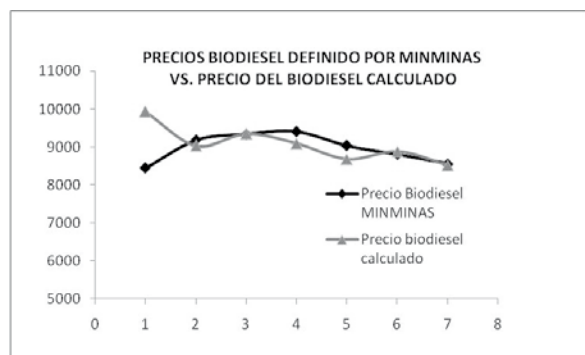


Figura 2. Perfil de ácidos grasos para oleaginosas empleadas en la producción de biodiesel y su influencia en la estabilidad oxidativa en el biocombustible.

Otro aspecto al cual no se ha prestado mucha atención es a la biodegradabilidad propia del producto. Si las condiciones son las más favorables, es posible una biodegradación del 100 % en tan solo un mes. Durante el proceso y el almacenamiento, el biodiesel se encuentra expuesto inevitablemente al contacto con el agua, lo que involucra diferentes problemas tales como el crecimiento microbiano y la hidrólisis de los alquil ésteres mediante la reacción:



Donde R corresponde a una cadena larga hidrocarbonada y R' al grupo alquil según el tipo de alcohol empleado para la transesterificación.

Estudios como el de Lutz et al. (2006) y Klofutar et al. (2007) han comprobado que existen ciertos microorganismos más afines con el biodiesel, que incluyen los géneros *Pseudomonas* (aeruginosa) y *Bacillus* (cereus), cuyas velocidades de crecimiento, en especial para las *Pseudomonas*, superan en gran medida al crecimiento en diesel convencional.

Este tipo de microorganismos crece en la interfase agua/biodiesel (la cual se encuentra en el fondo del tanque de almacenamiento), mientras se alimenta del biocombustible.

Estas razones llevan a la necesidad de implementar un análisis microbiológico, (no incluido en los requerimientos de MINMINAS), para establecer la biodegradabilidad y ejercer acciones preventivas como el uso de biocidas para contrarrestar la propagación microbiana y biodegradación del producto.

CONCLUSIONES

Se debe considerar el uso de oleaginosas alternativas que no compitan dentro del sector alimenticio: higuera, *Jatropha curcas*, etc.

Factores de carácter medioambiental deben tenerse presentes a la hora de establecer un proyecto relacionado con biocombustibles, de manera que no se afecte la biodiversidad del entorno con los cultivos de oleaginosas.

Existen problemas de carácter técnico que la industria del biodiesel debe afrontar, en especial los relacionados a la estabilidad del producto durante almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] VAN GERPEN, J. (1996) Determining the influence of contaminants on biodiesel properties. En The Iowa Soybean Promotion Board. Versión Online. [Http://www.biodiesel.org](http://www.biodiesel.org)
- [2] KLOFUTAR, B. (2007) Microorganisms in diesel and in biodiesel fuels. En: Acta Chimica Slovenia N° 54, 744-748.
- [3] LUTZ, G. (2006) Microbial degradation of palm (*Elaeis guineensis*) biodiesel. En: Revista Biología Tropical. N° 54, 59-63.
- [4] ZAH, R. (2007) Life cycle assesment of energy products: environmental assesment of biofuels.
- [5] [Http://www.empa.ch/tsl](http://www.empa.ch/tsl)